

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

M. Kajita

8/27/01

Q65648

10f1

JPO U.S. PRO
09/938585



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 8月30日

出願番号

Application Number:

特願2000-260574

出願人

Applicant(s):

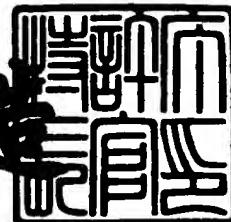
日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願
【整理番号】 66206310
【提出日】 平成12年 8月30日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 10/08

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
【氏名】 梶田 幹浩

【特許出願人】

【識別番号】 000004237
【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088959

【弁理士】

【氏名又は名称】 境 廣巳

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009715
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9002136

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュールの異常検出方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信光源の光出力のモニタ光を受光する受光素子のモニタ電流により送信光源の光出力を一定にするオートパワーコントロール機能を有する光モジュールの異常検出方法であって、

- (a) 光モジュールの所定箇所を流れる電流値を検出するステップと、
- (b) 検出された電流値の過去の値を記憶するステップと、
- (c) 記憶された過去の値と現在検出された値との差分値を求めるステップと、
- (d) 求められた差分値が予め定められた閾値を超えたときに、予防保守の必要性を示すアラーム信号を発生するステップと、

を含む光モジュールの異常検出方法。

【請求項2】 送信光源の光出力のモニタ光を受光する受光素子のモニタ電流により送信光源の光出力を一定にするオートパワーコントロール機能を有する光モジュールの異常検出方法であって、

- (a) 光モジュールの所定箇所を流れる電流値を検出するステップと、
- (b) 検出された電流値の過去の値を記憶するステップと、
- (c) 記憶された過去の値と現在検出された値との差分値の前記過去の値に対する割合を求めるステップと、
- (d) 求められた割合が予め定められた閾値を超えたときに、予防保守の必要性を示すアラーム信号を発生するステップと、

を含む光モジュールの異常検出方法。

【請求項3】 光モジュールに電源を供給する電源ラインの電流値を、前記所定箇所を流れる電流値とする請求項1または2記載の光モジュールの異常検出方法。

【請求項4】 前記モニタ電流の値を、前記所定箇所を流れる電流値とする請求項1または2記載の光モジュールの異常検出方法。

【請求項5】 前記送信光源の直流バイアス電流の値を、前記所定箇所を流れる電流値とする請求項1または2記載の光モジュールの異常検出方法。

【請求項6】 光モジュールの使用開始当初における前記所定箇所を流れる電流値を前記過去の値とする請求項3、4または5記載の光モジュールの異常検出方法。

【請求項7】 現在より所定時間だけ過去の時刻における前記所定箇所を流れる電流値を、前記過去の値とする請求項3、4または5記載の光モジュールの異常検出方法。

【請求項8】 送信光源の光出力のモニタ光を受光する受光素子のモニタ電流により送信光源の光出力を一定にするオートパワーコントロール機能を有する光モジュールの異常検出装置であって、

光モジュールの所定箇所を流れる電流値を検出する電流検知手段と、

該電流検知手段で検出された過去の値を記憶する記憶手段と、

前記記憶手段に記憶された過去の値と前記電流検知手段で現在検出された値との差分値を求める演算手段と、

該演算手段で求められた差分値が予め定められた閾値を超えたときに、予防保守の必要性を示すアラーム信号を発生するアラーム手段とを含む光モジュールの異常検出装置。

【請求項9】 送信光源の光出力のモニタ光を受光する受光素子のモニタ電流により送信光源の光出力を一定にするオートパワーコントロール機能を有する光モジュールの異常検出装置であって、

光モジュールの所定箇所を流れる電流値を検出する電流検知手段と、

該電流検知手段で検出された過去の値を記憶する記憶手段と、

前記記憶手段に記憶された過去の値と前記電流検知手段で現在検出された値との差分値の前記過去の値に対する割合を求める演算手段と、

該演算手段で求められた割合が予め定められた閾値を超えたときに、予防保守の必要性を示すアラーム信号を発生するアラーム手段とを含む光モジュールの異常検出装置。

【請求項10】 光モジュールに電源を供給する電源ラインの電流値を、前記所定箇所を流れる電流値とする請求項8または9記載の光モジュールの異常検出装置。

【請求項 1 1】 前記モニタ電流の値を、前記所定箇所を流れる電流値とする請求項 8 または 9 記載の光モジュールの異常検出装置。

【請求項 1 2】 前記送信光源の直流バイアス電流の値を、前記所定箇所を流れる電流値とする請求項 8 または 9 記載の光モジュールの異常検出装置。

【請求項 1 3】 光モジュールの使用開始当初における前記所定箇所を流れる電流値を前記過去の値とする請求項 1 0、1 1 または 1 2 記載の光モジュールの異常検出装置。

【請求項 1 4】 現在より所定時間だけ過去の時刻における前記所定箇所を流れる電流値を、前記過去の値とする請求項 1 0、1 1 または 1 2 記載の光モジュールの異常検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光ファイバ伝送システムなどに使われる光モジュールの予防保守に関し、特に光モジュールの異常を検出する方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光モジュールは、電気信号を光信号に、またその逆に光信号を電気信号に変換するデバイスであり、例えば、コンピュータ間を光ファイバで接続して高速に信号を入出力するインターフェース部分などに用いられている。

【0003】

図8に光モジュールの内部構成例を示す。光モジュール10は、例えばSFF (Small Form Factor) の場合には、LD (レーザダイオード、半導体レーザ) 11、モニタPD12及びLDドライバ (LD駆動回路) 13で送信系が主に構成され、PD14及びPD増幅器15で受信系が主に構成され、図示は省略しているがピン配列やピンアサインなどはSFFのマルチソース合意に基づいている。光モジュール10の外部にパラレル信号をシリアル信号に変換するP/S変換LSI16と、シリアル信号をパラレル信号に変換するS/P変換LSI17とを接続することで、図示しないコンピュータ内部のパラレルのデータ信号をシリアル

ル化して別のコンピュータへと伝送することができ、逆に他のコンピュータからのデータ信号をパラレル化して、自身のコンピュータ内に取り込むことができる。

【0004】

例としてファイバチャネル規格の場合、53.125MHzで20ビットのパラレルに通信されているデータ信号をP/S変換LSI16を通して1.0625Gb/sのシリアル信号として光モジュール10へ入力し、光モジュール10から同じ速度で他の光モジュールへ送信する。逆に他の光モジュールから受信した1.0625Gb/sのシリアル信号をS/P変換LSI17へ入力し、これを53.125MHz、20ビットのパラレル信号として、S/P変換LSI17はコンピュータ側へ出力することになる。

【0005】

光モジュール10の内部では、P/S変換LSI16より入力されたシリアル信号（送信信号）はLDドライバ13へ伝えられ、LDドライバ13はこの信号と直流のバイアス電流とを重畠した信号でLD11に変調をかけて送信することになる。このとき、LD11の光出力の一部をモニタPD12で受光し、モニタ電流としてLDドライバ13にフィードバックし、LDドライバ13の有するオートパワーコントロール（APC（Auto Power Control））機能により、このモニタ電流をもとにLD11の光出力レベルが一定になるようにLD11のバイアス電流値を制御する。逆に、PD14で受信したシリアル信号はPD増幅器15を通して、ロジックレベルの大きさに増幅され、S/P変換LSI16へと出力される。

【0006】

ところで、信頼度の高いコンピュータネットワークシステムを実現する上で、光モジュールも高い信頼性が要求されるため、その予防保守の必要性が高まっている。ここで、光モジュールの予防保守とは、故障する確率が高まったと考えられる異常が発生したときに、完全に故障に至る前に正常なモジュールと交換し、故障の発生を未然に防止する措置を言う。

【0007】

光モジュールの予防保守へ応用可能な技術の一例が、特開2000-22631号公報に記載されている。同公報に記載の技術（以下、従来技術と称す）では、信号光源として使われるLDのバイアス電流を予め設定した閾値と常時比較し、閾値を超えてバイアス電流が増大した場合にはバイアス異常のアラームを発生するとともに、APCによるLDの出力光レベル一定の自動的な出力光制御動作を、予め設定した固定の光パワー出力動作に切り替えるようにしている。ここで、前記閾値としては、これ以上印加するとLDが破壊を生じる電流値である絶対定格の直前のバイアス電流値を設定するようにしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来技術によれば、LDのバイアス電流が予め設定された閾値を超えた場合に、バイアス異常のアラームを発生し、且つLDの損傷につながるバイアス電流の過度の増大を抑えるため、光モジュールの信頼性が向上する。また、アラームの発生時点で直ちに正常な部品と交換すれば、光モジュールの故障を未然に防止できると考えられる。しかし、この従来技術を光モジュールの予防保守に応用した場合には、以下のような課題がある。

【0009】

(1) 故障する確率が高まったと考えられる異常の発生を検出するための閾値を設定する作業が比較的面倒である。その理由は、バイアス電流値を監視対象とする場合、時間的余裕をもって予防保守が行えるようになるためには、LDの正常状態でのバイアス電流値より所定値△だけ値の大きなバイアス電流値（勿論、絶対定格のバイアス電流値以下である必要がある）を閾値に設定するのが望ましいが、LDの特性のバラツキにより正常状態でのバイアス電流値にはLD毎のバラツキがあるため、閾値を設定するには、以下の手順を踏む必要があるからである。

- (a) 個々のLDの正常状態でのバイアス電流値を測定する。
- (b) 個々のLD毎に、測定したバイアス電流値より所定値△だけ値の大きな閾値を計算する。
- (c) 計算した閾値を、個々の光モジュールの異常検出用の閾値として設定する

【0010】

例えば、所定値 Δ を20mAとすると、或るLDaの正常状態でのバイアス電流値が230mAであった場合には、250mAをそのLDaの異常検出用の閾値に設定し、別のLDbの正常状態でのバイアス電流値が235mAであった場合には、そのLDbには異常検出用の閾値として255mAを設定する。バイアス電流値の測定および閾値の計算と設定は、各LD毎に行う必要があり、他のLD用の閾値を設定してしまうことがないように管理する必要がある。

【0011】

(2) 光モジュールの改造が必要になり、市販の光モジュールそのものへの適用が困難である。その理由は、LDのバイアス電流は光モジュールの内部で生成されている為、それを閾値と比較してアラームを発生するには、(a) バイアス電流と閾値とを比較してアラームを発生する回路を光モジュール自体に組み込む、(b) バイアス電流を取り出すモニタ端子を光モジュールに設け、モジュール外部にモニタ端子から出力されるバイアス電流と閾値とを比較してアラームを発生する回路を設ける等、光モジュール自体の改造が必要になるためである。

【0012】

(3) 光モジュール内のLD以外の部品の異常を検出できない。その理由は、LDのバイアス電流を監視対象としているためである。

【0013】

本発明はこのような事情に鑑みて提案されたものであり、第1の目的は、故障する確率が高まったと考えられる異常の発生を検出するための閾値の設定を簡易に行える、光モジュールの異常検出方法及びその装置を提供することにある。

【0014】

本発明の第2の目的は、光モジュール自体を改造する必要がなく、市販の光モジュールそのものへの適用が可能な、光モジュールの異常検出方法及びその装置を提供することにある。

【0015】

本発明の第3の目的は、光モジュール中のLD等の送信光源だけでなく他の部

品の経時的な劣化による異常も検出することができる、光モジュールの異常検出方法及びその装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明の光モジュールの異常検出方法は、送信光源の光出力のモニタ光を受光する受光素子のモニタ電流により送信光源の光出力を一定にするオートパワーコントロール機能を有する光モジュールの異常検出方法であって、下記のステップを含む。

- (a) 光モジュールの所定箇所を流れる電流値（例えば、光モジュールに電源を供給する電源ラインの電流の値、または、前記モニタ電流の値、または、送信光源の直流バイアス電流の値）を検出するステップ
- (b) 検出された電流値の過去の値（例えば、光モジュールの使用開始当初における前記所定箇所を流れる電流の値、または、現在より所定時間だけ過去の時刻における前記所定箇所を流れた電流の値）を記憶するステップ
- (c) 記憶された過去の値と現在検出された値との差分値またはその差分値の前記過去の値に対する割合を求めるステップ
- (d) 求められた差分値または割合が予め定められた閾値を超えたときに、予防保守の必要性を示すアラーム信号を発生するステップ

【0017】

また本発明の光モジュールの異常検出装置は、送信光源の光出力のモニタ光を受光する受光素子のモニタ電流により送信光源の光出力を一定にするオートパワーコントロール機能を有する光モジュールの異常検出装置であって、下記の手段を含む。

光モジュールの所定箇所を流れる電流値（例えば、光モジュールに電源を供給する電源ラインの電流の値、または、前記モニタ電流の値、または、送信光源の直流バイアス電流の値）を検出する電流検知手段

該電流検知手段で検出された過去の値（例えば、光モジュールの使用開始当初における前記所定箇所を流れる電流の値、または、現在より所定時間だけ過去の時刻における前記所定箇所を流れた電流の値）を記憶する記憶手段

前記記憶手段に記憶された過去の値と前記電流検知手段で現在検出された値との差分値またはその差分値の前記過去の値に対する割合を求める演算手段

該演算手段で求められた差分値または割合が予め定められた閾値を超えたときに、予防保守の必要性を示すアラーム信号を発生するアラーム手段

【0018】

【作用】

本発明の光モジュールの異常検出方法及びその装置にあっては、光モジュールの所定箇所を流れる電流の過去の値と現在の値との差分値、あるいは、その差分値の前記過去の値に対する割合を予め定められた閾値と比較することで、アラーム信号の発生を制御している。このため、以下の理由によって閾値の設定が容易に行える。

【0019】

例えば、監視対象とする電流値を従来技術と同様にLDのバイアス電流とし、且つ、過去の値として光モジュールの使用開始当初におけるLDのバイアス電流値とし、更に差分値を閾値と比較する構成を考える。また、時間的余裕をもって予防保守が行えるようにするために、LDの正常状態でのバイアス電流値より所定値△だけ値の大きなバイアス電流値（勿論、絶対定格のバイアス電流値以下である必要がある）を閾値に設定するものとする。この場合、従来技術によれば、前述したように、（a）個々の光モジュールの正常状態でのバイアス電流値を測定し、（b）個々のLD毎に、測定したバイアス電流値より所定値△だけ値の大きな閾値を計算し、（c）計算した閾値を、個々のLDの異常検出用の閾値として設定する作業が必要であった。これに対して本発明では、所定値△を閾値として設定する作業だけで同様の効果が得られる。

【0020】

具体的には、例えば、所定値△を20mAとすると、従来技術によれば、或るLDaの正常状態でのバイアス電流値が230mAであった場合には、250mAをそのLDaの異常検出用の閾値に設定し、別のLDbの正常状態でのバイアス電流値が235mAであった場合には、そのLDbには異常検出用の閾値として255mAを設定する。こうすると、LDaのバイアス電流値が250mAを

超えるとアラームが発生し、LD_bのバイアス電流値が255mAを超えるとアラームが発生する。

【0021】

これに対して本発明では、LD_aおよびLD_bとも閾値として所定値 Δ （20mA）を設定する。こうすると、LD_aを含む光モジュールおよびLD_bを含む光モジュールにあっては、その使用開始当初のバイアス電流値が検出されて過去の値として記憶される。使用開始当所のバイアス電流値は正常状態でのバイアス電流値と考えられるので、その値はLD_aは230mA、LD_bは235mAである。従って、LD_aを含む光モジュールにおいて、LD_aのバイアス電流値が250mAを超えると、差分値は $250\text{mA} - 230\text{mA} = 20\text{mA}$ より大きくなり、閾値 $\Delta = 20\text{mA}$ を超えてアラームが発生する。また、LD_bを含む光モジュールにおいて、LD_bのバイアス電流値が255mAを超えると、差分値は $255\text{mA} - 235\text{mA} = 20\text{mA}$ より大きくなり、閾値 $\Delta = 20\text{mA}$ を超えてアラームが発生する。

【0022】

光モジュール中のLDのバイアス電流が増大すると、その光モジュール全体の消費電流が増大するため、光モジュールに電源を供給する電源ラインの電流の値を監視対象とする場合でも同様の効果が得られる（更なる効果は後述する）。また、LDが経時的に劣化すると、APC機能によってもその光出力の低下を防ぐことができなくなり、モニタ電流が減少していくため、モニタ電流を監視対象とする場合でも同様の効果が得られる。

【0023】

また、過去の値として、現在より所定時間前の電流値を用いても同様の効果が得られる。例えば、過去の値としてT時間前の電流値を用いるものとすると、そのT時間内でどの程度の電流値の変化があったときにアラームを発生させるかに応じて閾値を事前に決定しておく。ここで、T時間としては、一般には1日以上の比較的長い時間に設定される。例えばTを100時間とし、閾値を5mAとすると、監視対象の現在の電流値と100時間前の電流値との差分値が5mAを超えると、アラームが発生する。

【0024】

さらに、過去の値と現在の値との差分値の前記過去の値に対する割合を閾値と比較する構成でも同様の効果が得られる。例えば、監視対象とする電流値を従来技術と同様にLDのバイアス電流とし、且つ、過去の値として光モジュールの使用開始当初におけるLDのバイアス電流値とする構成を考える。また、LDaの正常状態でのバイアス電流値は230mA、LDbの正常状態でのバイアス電流値は235mAとする。この場合、閾値として例えば8%を設定しておくと、LDaを含む光モジュールにおいて、LDaのバイアス電流値が約249mAを超えると、差分値は $249\text{mA} - 230\text{mA} = 19\text{mA}$ 、過去の値に対する割合は $19\text{mA} / 230\text{mA} \approx 8.3\%$ となり、閾値の8%を超えてアラームが発生する。また、LDbを含む光モジュールにおいて、LDbのバイアス電流値が254mAを超えると、差分値は $254\text{mA} - 235\text{mA} = 19\text{mA}$ 、過去の値に対する割合は $19\text{mA} / 235\text{mA} = 8.1\%$ となり、閾値の8%を超えてアラームが発生する。

【0025】

本発明の光モジュールの異常検出方法及びその装置において、光モジュールに電源を供給する電源ラインの電流値を監視する構成にあっては、光モジュール自身を改造する必要がないため、市販の光モジュールそのものへの適用が可能になり、また、光モジュール中のLD等の送信光源だけでなく、LDのドライバなど他の部品の経時的な劣化による異常も検出することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】

次に本発明の実施の形態の例について図面を参照して詳細に説明する。

【0027】

(第1の実施例)

図1を参照すると、本発明の第1の実施例にかかる異常検出装置20は、異常検出対象となる光モジュール10に電源を供給する電源ライン30を流れる電流を監視することによって、光モジュール10の異常を検出する装置であり、電流検知回路21、記憶回路22、演算回路23及びアラーム回路24を主要部とし

て有する。異常検出対象となる光モジュール10には何らの改造は加えられておらず、市販の光モジュールそのものが対象となる。光モジュール10の内部構造は例えば図8で説明したような構造になっており、LDの光出力のモニタ光を受光する受光素子のモニタ電流によりLDの光出力を一定にするオートパワーコントロール機能を有する。

【0028】

電流検知回路21は、電源ライン30と信号線41により、図示しないコンピュータと信号線42により、記憶回路22と信号線43により、演算回路23と信号線44により、それぞれ接続される。電流検知回路21は、信号線42を通じて図示しないコンピュータから起動されると動作を開始し、先ず、信号線41を通じて電源ライン30の電流値を検知し、その電流値を初期状態の電流値として信号線43を通じて記憶回路22に記憶する。その後、電流検知回路21は、予め定められた一定時間T毎に、電源ライン30の電流値を再度検知し、現在の電流値として信号線44を通じて演算回路23へ出力する動作を繰り返す。ここで、一定時間Tは任意の時間とすることができます。

【0029】

記憶回路22は、電流検知回路21から送られてきた初期状態の電流値を保持すると共に信号線45を通じて演算回路23へ出力する。

【0030】

演算回路23は、信号線44を通じて伝達される現在の電流値と信号線45を通じて伝達される初期状態の電流値との差分値を求め、その差分値を信号線46を通じてアラーム回路24へ出力する。

【0031】

アラーム回路24には事前に閾値 Δ が設定されている。アラーム回路24は、信号線46を通じて伝達される差分値と閾値 Δ とを比較し、差分値が閾値 Δ を超えると、信号線47を通じて図示しないコンピュータに対し、光モジュール10の予防保守の必要性を示すアラーム信号を送出する。

【0032】

次に本実施例の動作について説明する。本実施例では、一般に光モジュール1

0を構成する部品が異常をきたすと、光モジュール10の消費電流が大きくなる傾向を示す現象を利用している。例えばLDが劣化傾向にある場合、LDからの光出力は低下するが、光モジュール10に内蔵されているAPC機能によりLDへ印加するバイアス電流値が増加し、LDからの光出力を増加させて、劣化による低下分を補おうとする。従って、このような劣化傾向が見られた場合、光モジュール10全体での消費電流も増加することになる。

【0033】

図2は多数の光モジュールを対象に実際に高温寿命試験を行ったときの消費電流の時間的変化を示すグラフである。図中の実線Iに示されるように、約1300時間が経過した時点より、一部のサンプルの消費電流が徐々に増加するのが観測された。この一部のサンプルは消費電流が増加傾向を示しはじめた段階では完全に故障はしていなかったが、或る測定時間の後には故障となった。劣化原因はこの場合、LDではなく、LDドライバの故障であった。このような試験の結果から、光モジュールの消費電流が増加しはじめた場合には予防保守が必要であること、LDドライバなどLD以外の部品の劣化も光モジュールの消費電流の増加につながることが判明した。

【0034】

そこで本実施例では、光モジュールの消費電流が初期状態からどの程度の値 Δ だけ増加した場合に、予防保守の必要性を知らすアラームを発生させれば良いかを事前に定め、その値 Δ を閾値としてアラーム回路24に設定しておく。こうして、光モジュール10の使用を実際に開始した時点で、図示しないコンピュータから信号線42によって電流検知回路21を起動すると、その時点において電源ライン30によって供給される電流が電流検知回路21で検出されて、初期状態の電流値として記憶回路22に記憶され、以後、一定周期T毎に、電流検知回路21で再度検知される電源ライン30の最新の電流値と初期状態の電流値との差分が演算回路23で求められ、若しその差分値が閾値 Δ を超えた場合にはアラーム回路24から信号線47にアラーム信号が出力される。図示しないコンピュータは、アラーム信号を受けると、例えば光モジュール10の保守交換を要求するメッセージを表示装置などに表示する。これにより、余裕をもって光モジュール

10の予防保守が行えることになる。

【0035】

次に異常検出装置20の各構成要素の構成例について説明する。

【0036】

図3に電流検知回路21の構成例を示す。信号線41に接続した抵抗211によって電源ライン30の電流値に比例した電圧を取り出し、A/D変換器212でデジタル化し、信号線43およびレジスタ213に出力する。図示しないコンピュータから与えられる信号線42の起動信号は、記憶回路22への書き込み信号として信号線43に出力すると共に、カウンタ214の起動信号に使う。従って、記憶回路22へは初期状態の電流値が記憶され、以後、信号線42に起動信号が現れないので、記憶回路22の値は変更されない。カウンタ214は起動されると、発振器215の出力パルスの計数を開始し、カウント値が周期Tに相当する値になるとレジスタ213にセット信号を出力し、再び0からカウントを開始する。レジスタ213はセット信号のタイミングでA/D変換器212の出力を保持し、信号線44に出力する。別の構成例として、A/D変換器212の直後に平均値算出回路を設け、数秒間程度の期間にわたる電源ライン30上の電流値の平均値を使うようにしても良い。

【0037】

異常検出装置20を構成する記憶回路22は例えばレジスタで構成でき、演算回路23は、例えば、信号線44による電流値から信号線45による電流値を差し引く減算器で構成できる。また、アラーム回路24は、例えば、信号線46による電流値と閾値△とを比較し、電流値が閾値△以上であればその出力（アラーム信号）を論理“1”とするコンパレータで構成できる。

【0038】

(第2の実施例)

図4を参照すると、本発明の第2の実施例にかかる異常検出装置20Aは、一定時間T毎に、異常検出対象となる光モジュール10に電源を供給する電源ライン30を流れる電流を検出し、今回検出した電流値と前回の周期（T時間前の時刻）で検出した電流値との差分値が予め定められた閾値を超えていないかどうか

を調べることによって、光モジュール10の異常を検出する点で、第1の実施例と相違する。

【0039】

本実施例の異常検出装置20Aは、電流検知回路21A、2つの記憶回路22-1A、22-2A、演算回路23A及びアラーム回路24Aを主要部として有する。異常検出対象となる光モジュール10は第1の実施例で説明したものと同様に一切改造は加えられておらず、APC機能を有する市販の光モジュールそのものが対象となる。

【0040】

電流検知回路21Aは、電源ライン30と信号線41により、図示しないコンピュータと信号線42により、記憶回路22-1Aと信号線43-1Aにより、それぞれ接続される。電流検知回路21Aは、信号線42を通じて図示しないコンピュータから起動されると動作を開始し、先ず、信号線41を通じて電源ライン30の電流値を検知し、その電流値を信号線43-1Aを通じて記憶回路22-1Aに記憶する。その後、電流検知回路21Aは、予め定められた一定時間T毎に、同じ動作を繰り返す。

【0041】

記憶回路22-1Aは、電流検知回路21Aから電流値が送られてくる毎に、それを保持して信号線44Aを通じて演算回路23Aに出力すると共に、以前に保持していた電流値は信号線43-2Aを通じて記憶回路22-2Aへ出力する。記憶回路22-2Aは、記憶回路22-1Aから電流値が送られてくる毎にそれを保持すると共に信号線45Aを通じて演算回路23Aに出力する。つまり、記憶回路22-1Aに保持される電流値は最新（現在）の電流値であり、記憶回路22-2Aに保持される電流値はそのT時間前の電流値である。なお、動作開始直後と電流値が2度検出される迄の不定な動作を防止するために、記憶回路22-1A、22-2Aは初期値として十分に大きな同じ値が設定される。

【0042】

演算回路23Aは、信号線44Aを通じて伝達される現在の電流値と信号線45Aを通じて伝達されるT時間前の電流値との差分値を求め、その差分値を信号

線46Aを通じてアラーム回路24Aへ出力する。

【0043】

アラーム回路24Aには事前に閾値 Δ が設定されている。アラーム回路24Aは、信号線46Aを通じて伝達される差分値と閾値 Δ とを比較し、差分値が閾値 Δ を超えると、信号線47を通じて図示しないコンピュータに対し、光モジュール10の予防保守の必要性を示すアラーム信号を送出する。

【0044】

次に本実施例の動作について説明する。図2を参照して第1の実施例の箇所で説明したように、光モジュール10を構成する部品に異常をきたすと、光モジュール10の消費電流が大きくなる傾向を示す。そこで本実施例では、光モジュールの消費電流が一定時間Tの間にどの程度の値 Δ だけ増加した場合に、予防保守の必要性を知らすアラームを発生させれば良いかを事前に定め、その値 Δ を閾値としてアラーム回路24Aに設定しておく。ここで、一定時間Tとしては、一般には1日以上の比較的長い時間に設定される。

【0045】

こうして、光モジュール10の使用を実際に開始した時点で、信号線42によって電流検知回路21Aを起動すると、一定時間T毎に、電源ライン30によって光モジュール10に供給されている電流が電流検知回路21で検出され、現在（最新）の電流値が記憶回路22-1Aに、T時間前の電流値が記憶回路22-2Aに記憶され、現在の電流値とT時間前の電流値との差分値が演算回路23Aで求められ、若しその差分値が閾値 Δ を超えた場合にはアラーム回路24Aから信号線47にアラーム信号が出力される。図示しないコンピュータは、アラーム信号を受けると、例えば光モジュール10の保守交換を要求するメッセージを表示装置などに表示する。これにより、余裕をもって光モジュール10の予防保守が行えることになる。

【0046】

次に異常検出装置20Aの各構成要素の構成例について説明する。

【0047】

図5に電流検知回路21Aの構成例を示す。信号線41に接続した抵抗211

によって電源ライン30の電流値に比例した電圧を取り出し、A/D変換器212でデジタル化し、信号線43-1Aに出力する。図示しないコンピュータからの信号線42の起動信号は、オア回路216を通じて記憶回路22-1Aへの書き込み信号として信号線43-1Aに出力すると共に、カウンタ214の起動信号に使う。カウンタ214は起動されると、発振器215の出力パルスの計数を開始し、カウント値が周期Tに相当する値になると、オア回路216を通じて記憶回路22-1Aへの書き込み信号を信号線43-1Aに出力し、再び0からカウントを開始する。従って、信号線42の起動信号がオンすると、その時点の電源ライン30の電流値が記憶回路22-1Aに書き込まれ、その後、一定時間Tが経過する毎に、再びその時点の電源ライン30の電流値が記憶回路22-1Aに書き込まれる（このとき、記憶回路22-1Aに保持されていた電流値は記憶回路22-2Aにシフトする）。別の構成例として、A/D変換器212の直後に平均値算出回路を設け、数秒間程度の期間にわたる電源ライン30上の電流値の平均値をとるようにもしても良い。

【0048】

異常検出装置20Aを構成する記憶回路22-A、22-2Bは、例えば、レジスタで構成でき、演算回路23Aは、例えば、信号線44Aによる電流値から信号線45Aによる電流値を差し引く減算器で構成できる。また、アラーム回路24Aは、例えば、信号線46Aによる電流値と閾値 Δ とを比較し、電流値が閾値 Δ 以上であればその出力（アラーム信号）を論理“1”とするコンパレータで構成できる。

【0049】

(第3の実施例)

図6を参照すると、本発明の第3の実施例にかかる異常検出装置20Bは、異常検出対象となる光モジュール10に組み込まれており、光モジュール10中のモニタPD12のモニタ電流を監視することによって、光モジュール10の異常を検出する装置であり、電流検知回路21B、2つの記憶回路22-1B、22-2B、演算回路23B及びアラーム回路24Bを主要部として有する。異常検出対象となる光モジュール10は、異常検出装置20Bが組み込まれている以外

、図8で説明した光モジュール10と同様の構成を有する（図6には送信系のみ図示してある）。

【0050】

電流検知回路21Bは、モニタP.D.1.2から出力されるモニタ電流を入力すると共に、図示しないコンピュータと信号線4.2により、記憶回路22-1Bと信号線4.3-1Bにより、それぞれ接続される。電流検知回路21Bは、信号線4.2を通じて図示しないコンピュータから起動されると動作を開始し、先ず、モニタP.D.1.2のモニタ電流値を検知し、その電流値を信号線4.3-1Bを通じて記憶回路22-1Bに記憶する。その後、電流検知回路21Bは、予め定められた一定時間T毎に、同じ動作を繰り返す。

【0051】

記憶回路22-1Bは、電流検知回路21Bからモニタ電流値が送られてくる毎に、それを保持して信号線4.4Bを通じて演算回路23Bに出力すると共に、以前に保持していたモニタ電流値は信号線4.3-2Bを通じて記憶回路22-2Bへ出力する。記憶回路22-2Bは、記憶回路22-1Bからモニタ電流値が送られてくる毎にそれを保持すると共に信号線4.5Bを通じて演算回路23Bに出力する。つまり、記憶回路22-1Bに保持されるモニタ電流値は最新（現在）の電流値であり、記憶回路22-2Bに保持されるモニタ電流値はそのT時間前の電流値である。なお、動作開始直後とモニタ電流値が2度検出される迄の不定な動作を防止するために、記憶回路22-1B、22-2Bは初期値として十分に小さな同じ値が設定される。

【0052】

演算回路23Bは、信号線4.5Bを通じて伝達されるT時間前のモニタ電流値と信号線4.4Bを通じて伝達される現在のモニタ電流値との差分値を求め、その差分値を信号線4.6Bを通じてアラーム回路24Bへ出力する。

【0053】

アラーム回路24Bには事前に閾値 Δ が設定されている。アラーム回路24Bは、信号線4.6Bを通じて伝達される差分値と閾値 Δ とを比較し、差分値が閾値 Δ を超えると、信号線4.7を通じて図示しないコンピュータに対し、光モジュー

ル10の予防保守の必要性を示すアラーム信号を送出する。

【0054】

異常検出装置20Bのこれらの各構成要素は第2の実施例における異常検出装置20Aの各構成要素と同様に実現することができる。

【0055】

次に本実施例の動作について説明する。一般にAPC機能を有する光モジュール10では、LD11の劣化による光出力の低下をバイアス電流を増大させることで補っているが、劣化が進むと光出力の低下を十分に補うことができず、光出力が低下する傾向を示す。それに伴って、モニタPD12のモニタ電流も低下する。そこで本実施例では、モニタ電流が一定時間Tの間にどの程度の値△だけ低下した場合に、予防保守の必要性を知らすアラームを発生させれば良いかを事前に定め、その値△を閾値としてアラーム回路24Bに設定しておく。ここで、一定時間Tとしては、一般には1日以上の比較的長い時間が設定される。

【0056】

こうして、光モジュール10の使用を実際に開始した時点で、信号線42によって電流検知回路21Bを起動すると、一定時間T毎に、モニタPD12のモニタ電流が電流検知回路21Bで検出され、現在（最新）のモニタ電流値が記憶回路22-1Bに、T時間前のモニタ電流値が記憶回路22-2Bに記憶され、T時間前の電流値と現在の電流値との差分値が演算回路23Bで求められ、若しその差分値が閾値△を超えた場合にはアラーム回路24Bから信号線47にアラーム信号が出力される。図示しないコンピュータは、アラーム信号を受けると、例えば光モジュール10の保守交換を要求するメッセージを表示装置などに表示する。これにより、余裕をもって光モジュール10の予防保守が行えることになる。

【0057】

（第4の実施例）

図7を参照すると、本発明の第4の実施例にかかる異常検出装置20Cは、異常検出対象となる光モジュール10に組み込まれており、光モジュール10中のLD11に印加されるバイアス電流を監視することによって、光モジュール10

の異常を検出する装置であり、電流検知回路21C、2つの記憶回路22-1C、22-2C、演算回路23C及びアラーム回路24Cを主要部として有する。異常検出対象となる光モジュール10は、異常検出装置20Cが組み込まれている以外、図8で説明した光モジュール10と同様の構成を有する（図7には送信系のみ図示してある）。

【0058】

電流検知回路21Cは、LDドライバ13からLD11に印加されているバイアス電流を入力すると共に、図示しないコンピュータと信号線42により、記憶回路22-1Cと信号線43-1Cにより、それぞれ接続される。電流検知回路21Cは、信号線42を通じて図示しないコンピュータから起動されると動作を開始し、先ず、LD11のバイアス電流値を検知し、その電流値を信号線43-1Cを通じて記憶回路22-1Cに記憶する。その後、電流検知回路21Cは、予め定められた一定時間T毎に、同じ動作を繰り返す。

【0059】

記憶回路22-1Cは、電流検知回路21Cからバイアス電流値が送られてくる毎に、それを保持して信号線44Cを通じて演算回路23Cに出力すると共に、以前に保持していたバイアス電流値は信号線43-2Cを通じて記憶回路22-2Cへ出力する。記憶回路22-2Cは、記憶回路22-1Cからバイアス電流値が送られてくる毎にそれを保持すると共に信号線45Cを通じて演算回路23Cに出力する。つまり、記憶回路22-1Cに保持されるバイアス電流値は最新（現在）の電流値であり、記憶回路22-2Cに保持されるバイアス電流値はそのT時間前の電流値である。なお、動作開始直後とバイアス電流値が2度検出される迄の不定な動作を防止するために、記憶回路22-1C、22-2Cは初期値として十分に大きな同じ値が設定される。

【0060】

演算回路23Cは、信号線44Cを通じて伝達される現在のバイアス電流値と信号線45Cを通じて伝達されるT時間前のバイアス電流値との差分値を求め、その差分値を信号線46Cを通じてアラーム回路24Cへ出力する。

【0061】

アラーム回路24Cには事前に閾値 Δ が設定されている。アラーム回路24Cは、信号線46Cを通じて伝達される差分値と閾値 Δ とを比較し、差分値が閾値 Δ を超えると、信号線47を通じて図示しないコンピュータに対し、光モジュール10の予防保守の必要性を示すアラーム信号を送出する。

【0062】

異常検出装置20Cのこれらの各構成要素は第2の実施例における異常検出装置20Aの各構成要素と同様に実現することができる。

【0063】

次に本実施例の動作について説明する。本実施例では、LD11のバイアス電流が一定時間Tの間にどの程度の値 Δ だけ増加した場合に、予防保守の必要性を知らすアラームを発生させれば良いかを事前に定め、その値 Δ を閾値としてアラーム回路24Cに設定しておく。ここで、一定時間Tとしては、一般には1日以上の比較的長い時間が設定される。

【0064】

こうして、光モジュール10の使用を実際に開始した時点で、信号線42によって電流検知回路21Cを起動すると、一定時間T毎に、LD11のバイアス電流値が電流検知回路21Cで検出され、現在（最新）のバイアス電流値が記憶回路22-1Cに、T時間前のバイアス電流値が記憶回路22-2Cに記憶され、現在のバイアス電流値とT時間前のバイアス電流値との差分値が演算回路23Cで求められ、若しその差分値が閾値 Δ を超えた場合にはアラーム回路24Cから信号線47にアラーム信号が出力される。図示しないコンピュータは、アラーム信号を受けると、例えば光モジュール10の保守交換を要求するメッセージを表示装置などに表示する。これにより、余裕をもって光モジュール10の予防保守が行えることになる。

【0065】

以上本発明を幾つかの実施例を挙げて説明したが、本発明は以上の実施例にのみ限定されず、以下のような実施例も含まれる。

【0066】

（第5の実施例）

図6に示した第3の実施例における異常検出装置20Bの構成を、図1に示した第1の実施例における異常検出装置20と同様に、初期状態での電流値を基準に比較を行う構成とする。つまり、光モジュール10の初期状態におけるモニタP D 1 2 のモニタ電流値を検知して記憶しておき、以後、一定時間毎にモニタ電流値を再度検知して、初期状態でのモニタ電流値との差分値を求め、その差分値が予め定められた閾値を超えたときにアラーム信号を発生する構成にする。

【0067】

(第6の実施例)

図7に示した第4の実施例における異常検出装置20Cの構成を、図1に示した第1の実施例における異常検出装置20と同様に、初期状態での電流値を基準に比較を行う構成とする。つまり、光モジュール10の初期状態におけるLD 1 1 のバイアス電流値を検知して記憶しておき、以後、一定時間毎にバイアス電流値を再度検知して、初期状態でのバイアス電流値との差分値を求め、その差分値が予め定められた閾値を超えたときにアラーム信号を発生する構成にする。

【0068】

(他の実施例)

以上の第1乃至第6の実施例においては、差分値を閾値と比較したが、差分値の過去の電流値に対する割合を閾値と比較するようにしても良い。例えば、図1に示した第1の実施例において、演算回路23は、現在の電流値と初期状態の電流値との差分値を求めた後、その差分値の初期状態の電流値に対する割合を求めて、アラーム回路24へ出力し、アラーム回路24では事前に設定された閾値と比較し、求められた割合が閾値を超えていればアラーム信号を発生する。また、図4に示した第2の実施例において、演算回路23Aは、現在の電流値とT時間前の電流値との差分値を求めた後、その差分値のT時間前の電流値に対する割合を求めて、アラーム回路24Aへ出力し、アラーム回路24Aでは事前に設定された閾値と比較し、求められた割合が閾値を超えていればアラーム信号を発生する。第3乃至第6の実施例についても同様である。

【0069】

なお、以上の実施例では、異常検出対象となる光モジュールとして、図8で説

明したSFFを例に挙げたが、これに限定されることなくGLM(Gigabit Link Module)、GBC(GigaBit Interface Converter)、1×9等の任意の光モジュールの異常検出に本発明は適用可能である。また、光モジュールの通信速度として1.0625Gbpsのファイバチャネルを例にしたが、それ以外の通信速度の光モジュールに対しても適用可能なことは勿論のことである。更に、送信光源としてLED(発光ダイオード)を使用した光モジュールにも適用可能である。

【0070】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば以下のようない効果が得られる。

【0071】

故障する確率が高まったと考えられる異常の発生を検出するための閾値の設定が簡易になる。その理由は、光モジュールの所定箇所を流れる電流値を検出し、現在の電流値が過去の電流値に比べてどの程度変化したかを示す差分値またはその差分値の前記過去の電流値に対する割合を閾値と比較することでアラーム信号の発生を制御しているため、同じ値の閾値を設定しても個々の光モジュールにおける特性のバラツキが吸収されるからである。

【0072】

光モジュールに電源を供給する電源ラインの電流値を監視する構成にあっては、更に、光モジュール自体を改造する必要がないために市販の光モジュールそのもののへの適用が可能になるという効果と、光モジュール中のLD等の送信光源だけでなく、LDのドライバなど他の部品の経時的な劣化による異常も検出することができる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例のブロック図である。

【図2】

多数の光モジュールを対象に実際に高温寿命試験を行ったときの消費電流の時間的变化を示すグラフである。

【図3】

本発明の第1の実施例における電流検知回路の構成例を示すブロック図である

【図4】

本発明の第2の実施例のブロック図である。

【図5】

本発明の第2の実施例における電流検知回路の構成例を示すブロック図である

【図6】

本発明の第3の実施例のブロック図である。

【図7】

本発明の第4の実施例のブロック図である。

【図8】

光モジュールの内部構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

10…光モジュール

20、20A～20C…異常検出装置

21、21A～21C…電流検知回路

22、22-1A～22-1C、22-2C～22-2C…記憶回路

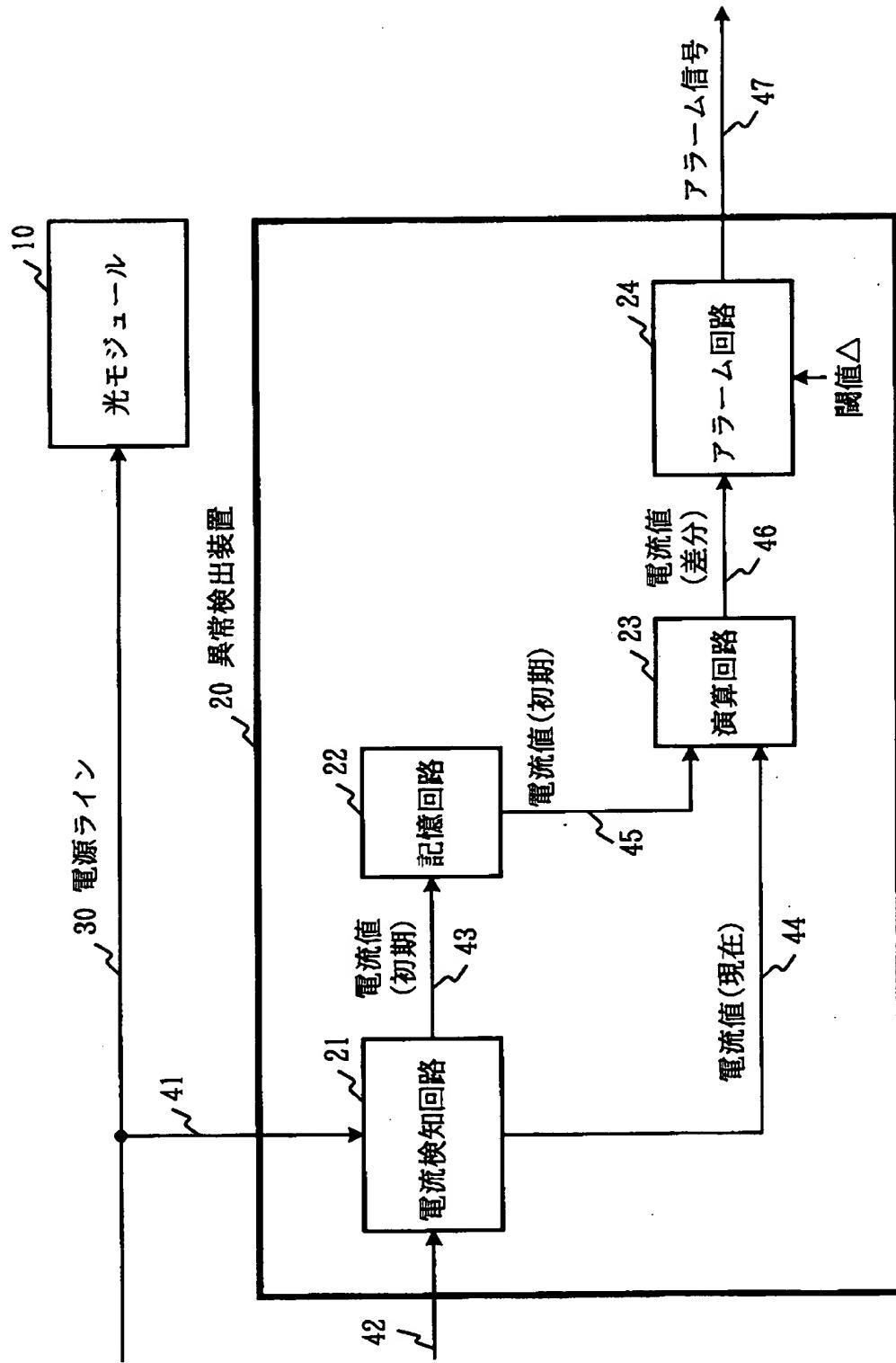
23、23A～23C…演算回路

24、24A～24C…アラーム回路

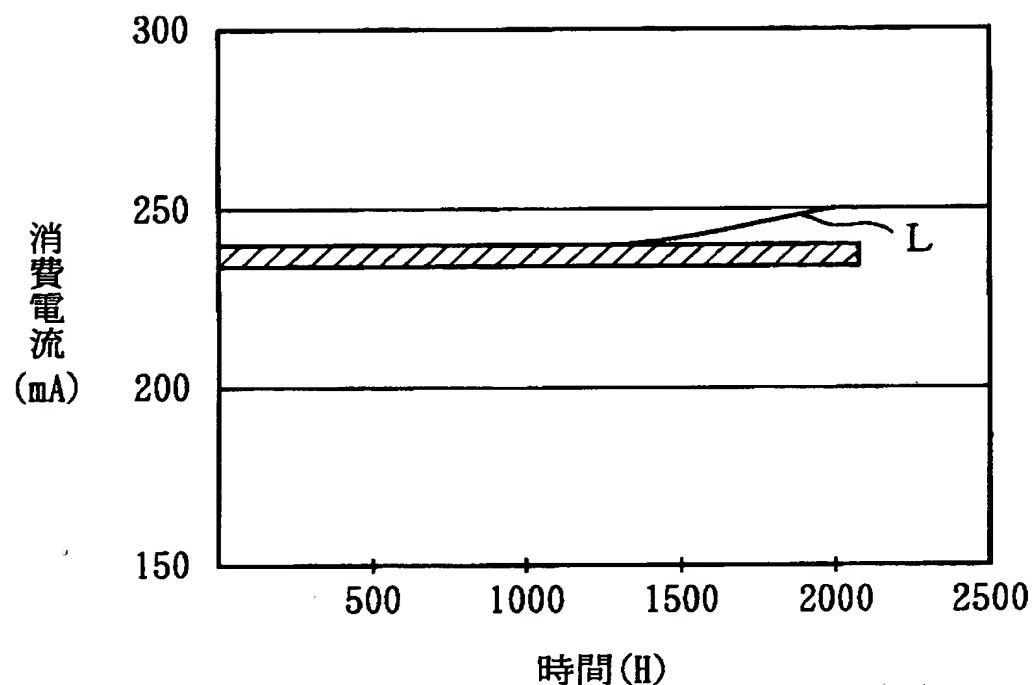
30…電源ライン

【書類名】 図面

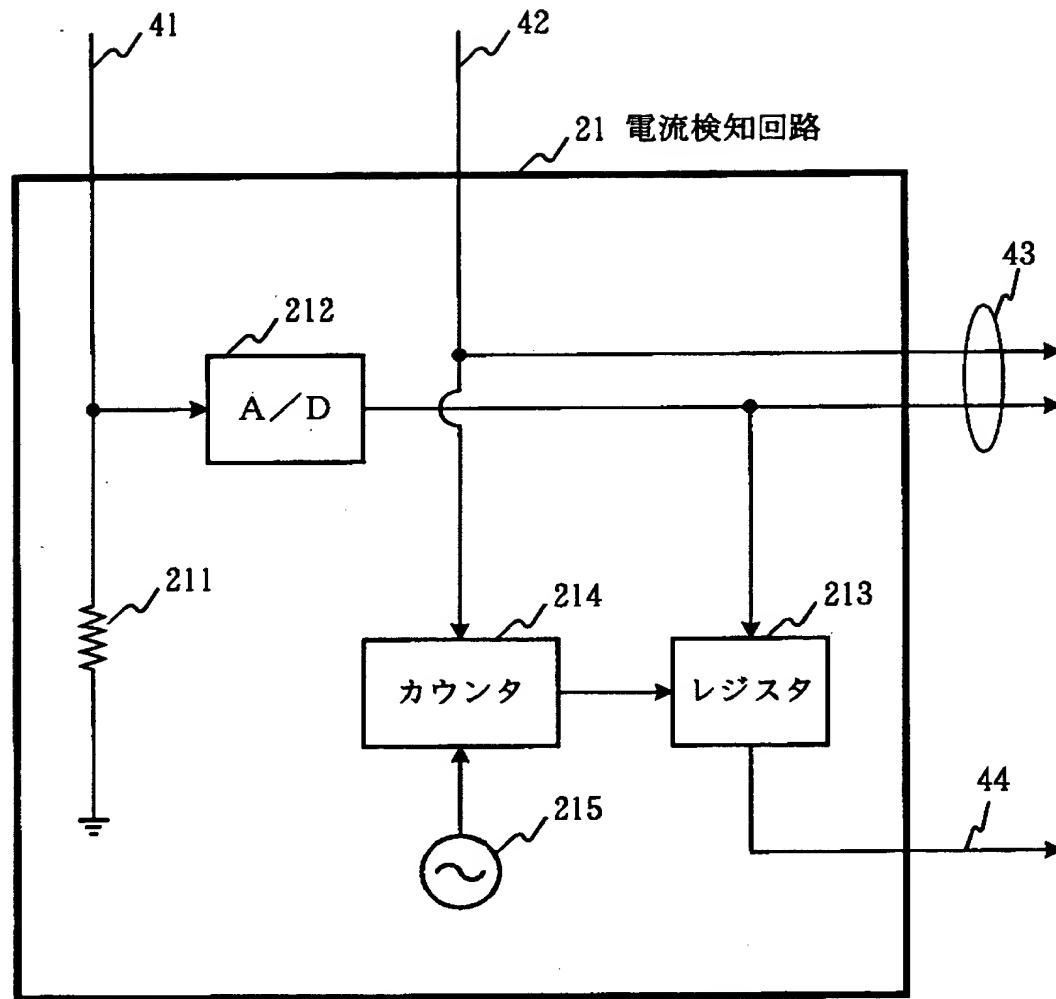
【図1】



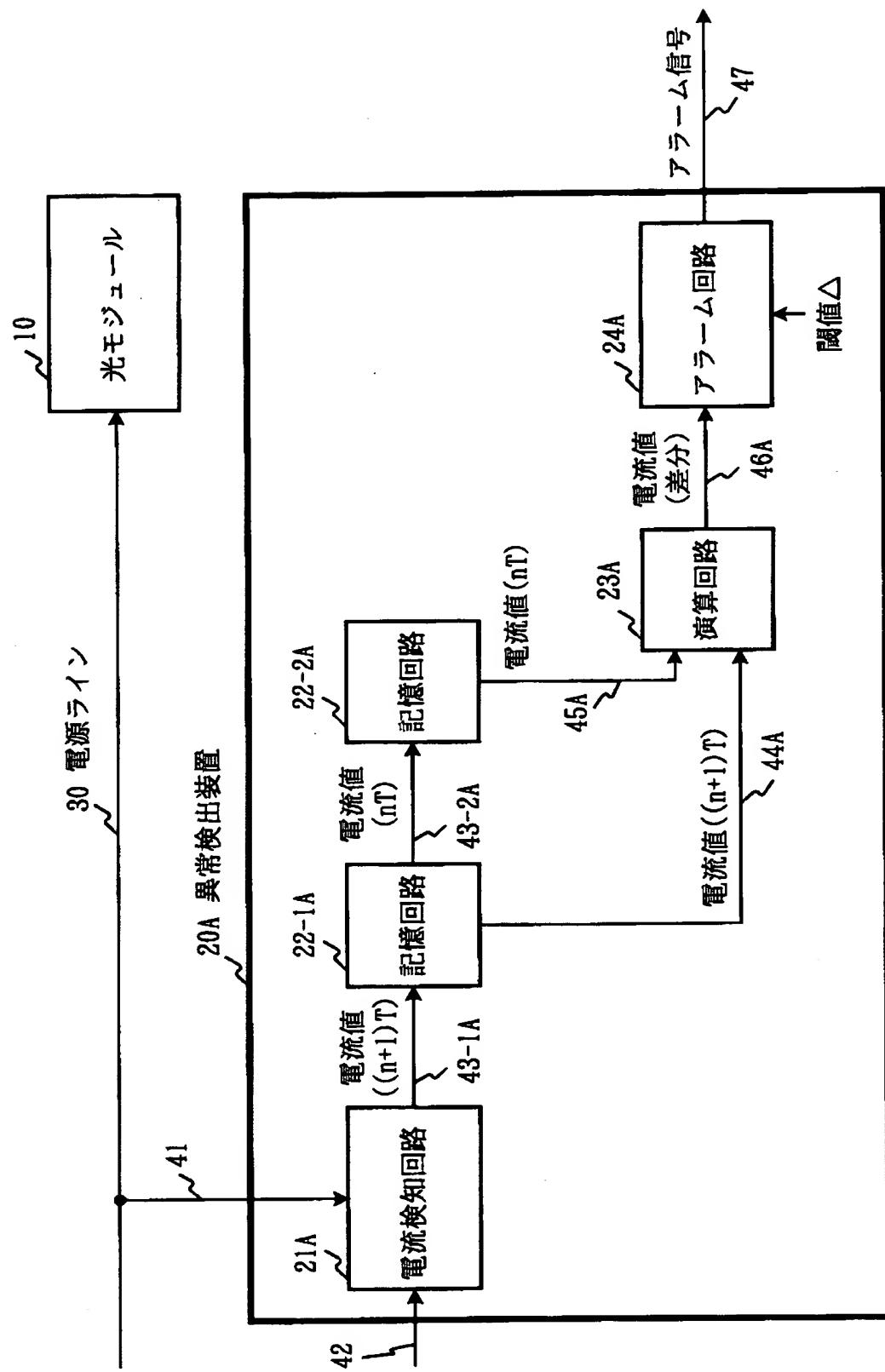
【図2】



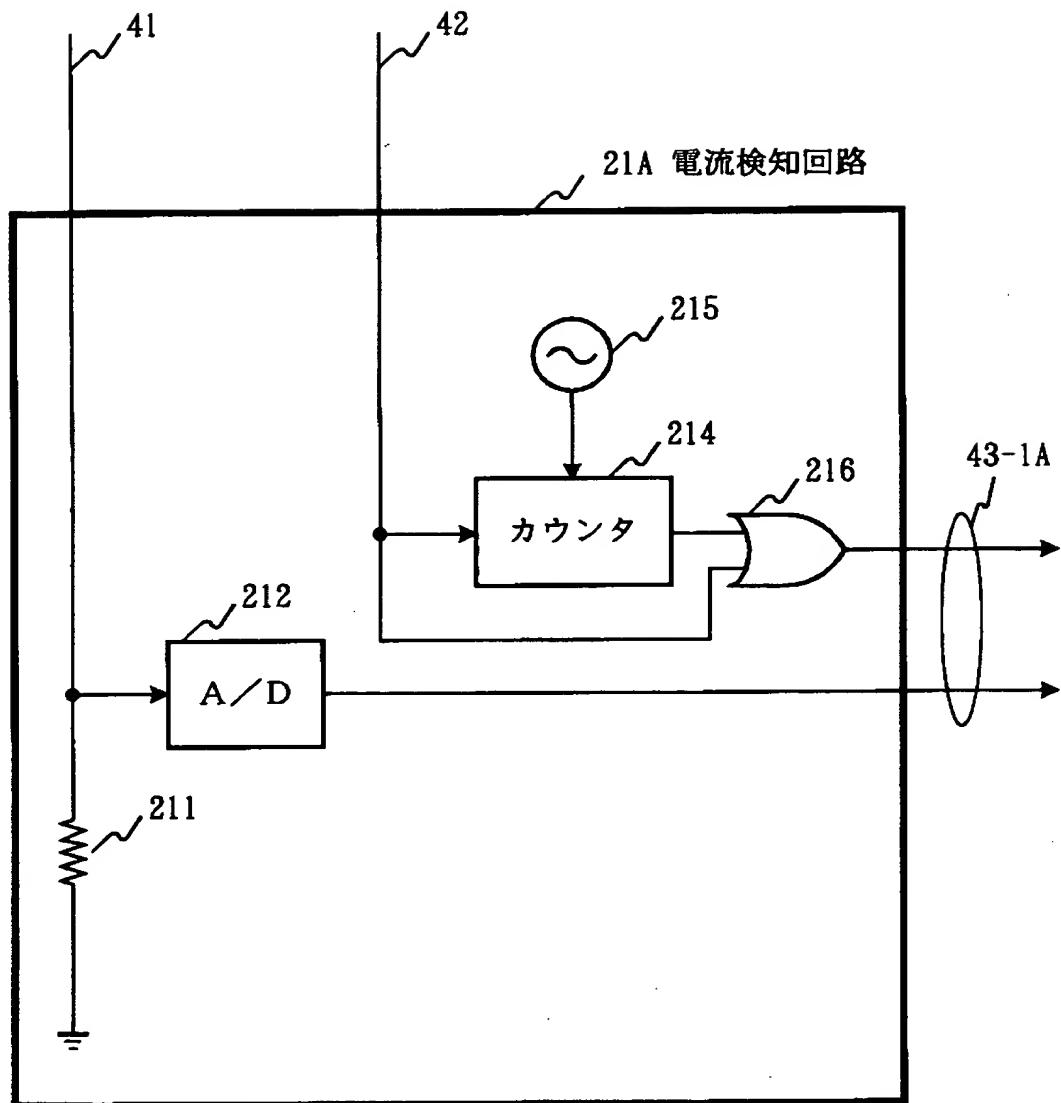
【図3】



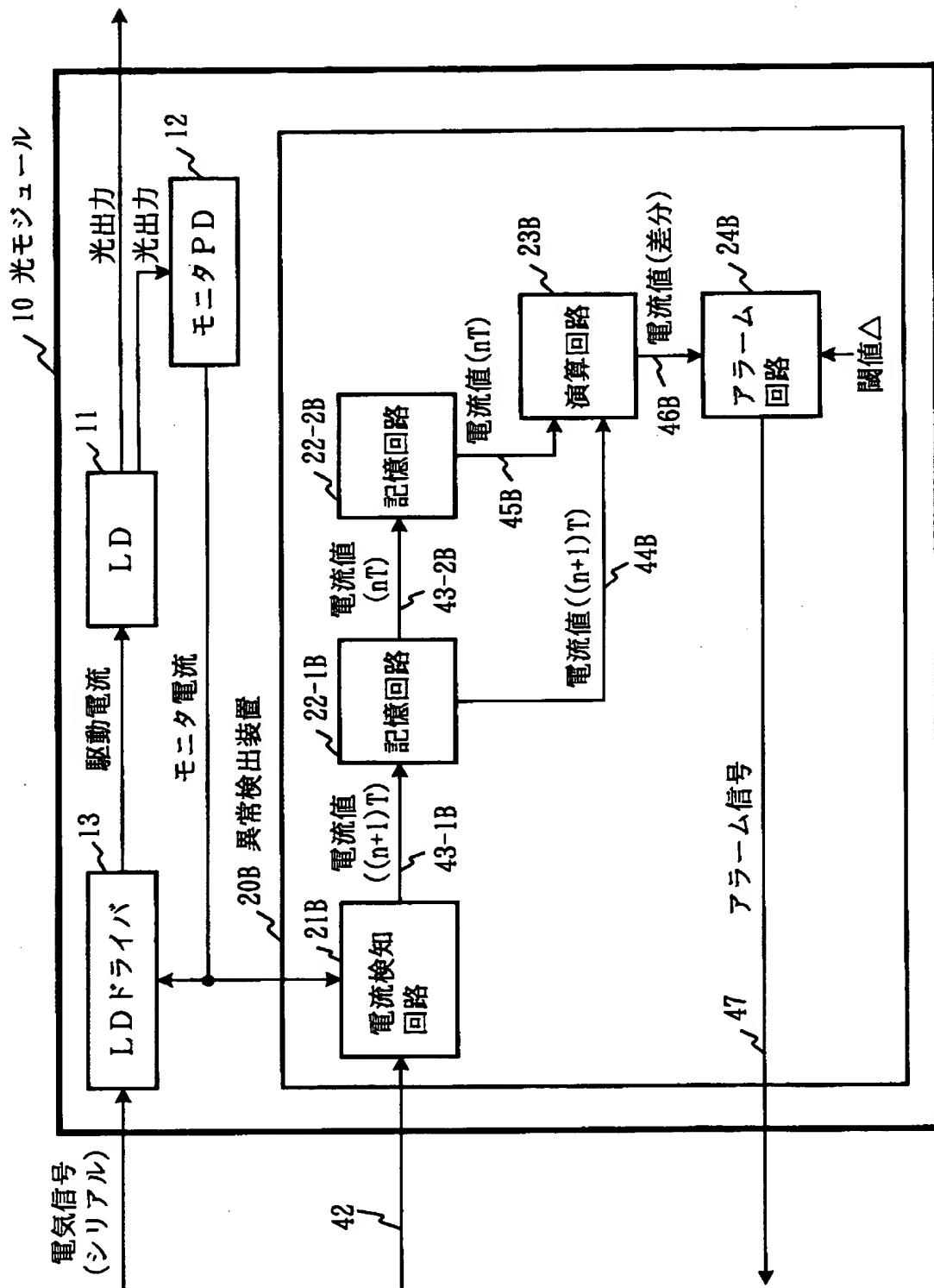
【図4】



【図5】

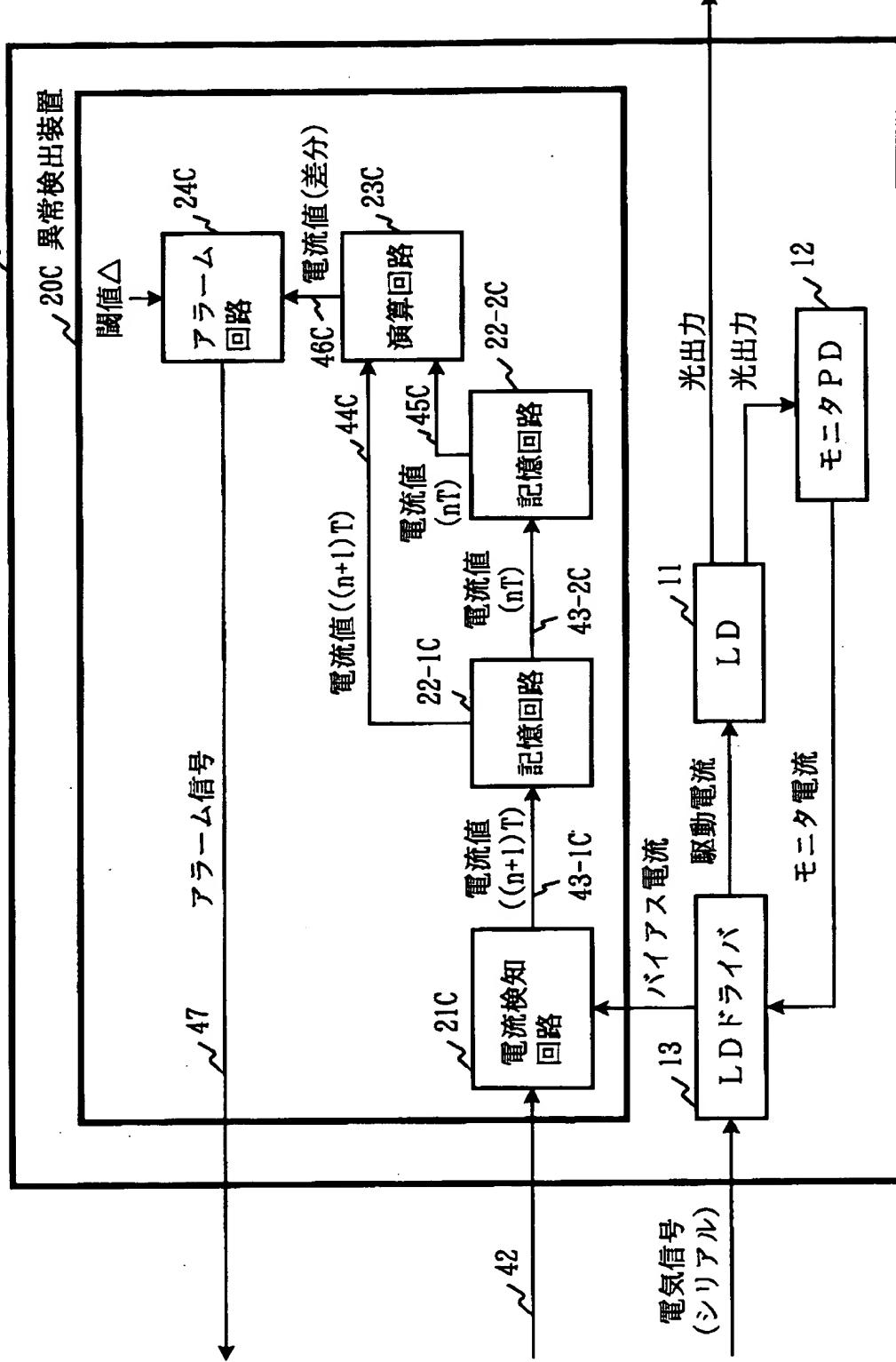


【図6】

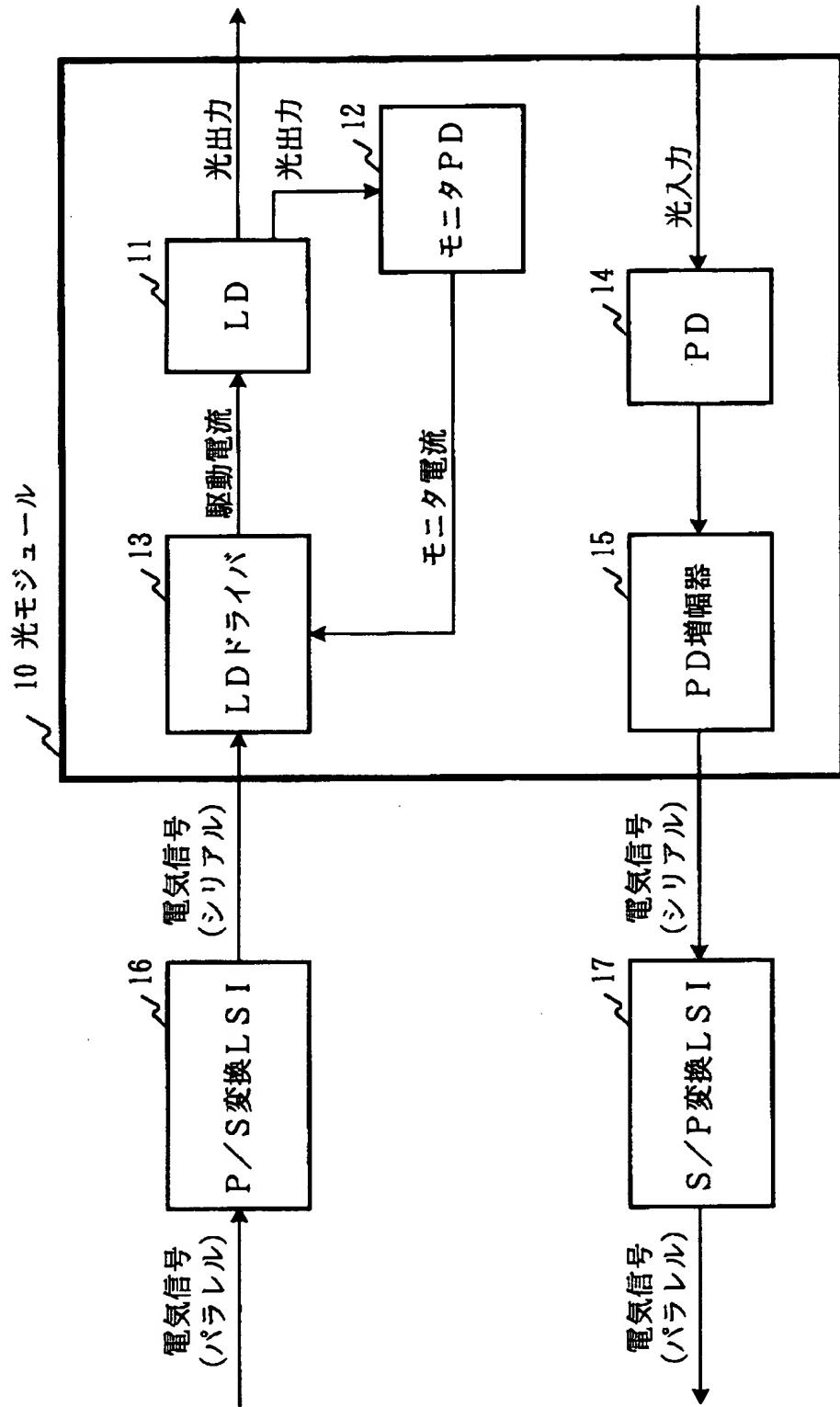


【図7】

10 光モジュール



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 市販の光モジュールそのものへの適用が可能で、モジュール中のLDだけでなく他の部品の異常も検出することができ、然も異常検出用の閾値の設定が容易な光モジュールの異常検出方法及びその装置を提供する。

【解決手段】 光モジュール10の消費電流が初期状態からどの程度の値 Δ だけ増加した場合にアラームを発生させるかを事前に定め、その値 Δ を閾値としてアラーム回路24に設定しておく。光モジュール10の使用を実際に開始した時点で、電流検知回路21は、電源ライン30によって光モジュール10に供給されている電流値を初期状態の電流値として記憶回路22に記憶し、以後、一定周期T毎に、電流値を再度検知して演算回路23に出力する。演算回路23は、最新の電流値と初期状態の電流値との差分値を求め、アラーム回路24は差分値が閾値 Δ を超えた場合に、光モジュール10の予防保守の必要性を示すアラーム信号を出力する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名 日本電気株式会社